



Die mitauische Niederung

geognostisch untersucht

mit Beziehung auf den in Mitau zu erbohrenden

artesischen Brunnen

von

Christoph Wilhelm Engelmann d. j.,

Oberlehrer der Mathematik und Naturwissenschaften
am Gouvernements-Gymnasium zu Mitau.

M i t a u ,

gedruckt bei Johann Friedrich Steffenhagen und Sohn.

1842.

Der Druck ist unter der Bedingung gestattet, daß nach Vollendung desselben die gesetzlich bestimmte Anzahl von Exemplaren an die Censur-Comität abgeliefert werde. Dorpat, den 30. April 1842.

Censor **Friedrich Erdmann.**

I.

Ohne die verschiedenen Theorien, welche bisher über artesische Brunnen aufgestellt sind, genauer durchzugehen, weil sie in vieler Hinsicht den geognostischen und physikalischen Anforderungen mehr oder weniger nicht entsprechen, will ich nur die wahrscheinlichste und für die wissenschaftliche Betrachtung, wie auch für den zu erwartenden Erfolg bei Anlegung eines artesischen Brunnens, brauchbarste Ansicht mittheilen. Auch diese kann freilich nicht für alle Bohrbrunnen ohne Ausnahme gelten, wie überhaupt nicht Eine Theorie sie sämmtlich erklären wird. Die meisten dieser Brunnen aber, und namentlich, die in ihrem ganzen Verlaufe ein mehr geregeltes Verhalten zeigen, finden hier folgende einfache Erklärung.

Die Erfahrung bestätigt vielfältig den für unsere Theorie so wichtigen Satz, daß nicht an allen Orten, nicht in jeder beliebigen Tiefe, Wasser erbohrt werden kann. Es hängt also wenigstens von einer eigenthümlichen innern Beschaffenheit der Erdoberfläche die Wahrscheinlichkeit eines günstigen Erfolgs ab.

Die Geognosie lehrt, daß die äußerste Rinde unseres Erdkörpers — wo nicht das Urgebirge, die jüngste Lage des Erdkerns, die Grundlage

aller spätern Felsgebilde, zu Tage kommt aus Straten oder Schichten, Ablagerungen von ältern oder neuern thonigen, sandigen und kalkigen Gesteinen, aus mehr oder weniger verbreiteten salzigen und süßen Wassern, besteht.

Diese Ablagerungen sind nicht ohne Unterbrechung unmittelbar auf einander gefolgt, so daß z. B. auf die ältere Thonschiefergruppe sogleich sich die Steinkohlengruppe, auf diese ohne weitere Unterbrechung die Kohlenschiefergruppe u. s. w. gelagert hätten; sondern man unterscheidet deutlich, daß eine vorhergehende Formation von der nächstfolgenden durch einen namhaften Zeitabschnitt getrennt ist, und zwar scheinen die Zeiten zwischen dem jüngsten Gliede einer Hauptformation und dem ältesten der unmittelbar darauf folgenden Hauptformation, z. B. der Kreide des Flözgebirges und dem Grobkalk der Tertiärformation, ungleich länger gewesen zu seyn, als die Zeitintervallen zwischen den Bildungen zweier angrenzenden Glieder einer und derselben Hauptformation.

In diesen Zwischenzeiten scheinen mächtige Kräfte im Innern der Erde der nächstfolgenden Formation erst vorgearbeitet zu haben; plötzliche Erhebungen und Senkungen bedingten dann die Bildung einer neuen Formation. Je älter die Erde wurde, je später die Formationen auftraten, desto weniger allgemein war der Einfluß, den diese Bewegungen im Innern auf die Oberfläche hatten, weil durch die spätern mächtigen Ablagerungen sie einen diesen innern Kräften um so größern Widerstand entgegensetzen konnte. Damit steht die Thatsache, daß gerade die Bildung der größten Gebirgszüge, die Alpen- und Andenketten, der jüngsten Zeit angehören, keinesweges im Widerspruche, denn obgleich hier mächtige Massen durch die geborstene Oberfläche dem Innern entströmten, so war diese Erscheinung doch nur eine mehr örtliche.

Die endlichen Resultate dieser Erhebungen und Senkungen sind die Glieder der einzelnen Gebirgsformationen. Der Zweck dieser Arbeit

erfordert nicht eine Charakteristik sämtlicher einzelner Glieder, sondern nur die Aufzählung derjenigen, die hier von besonderem Interesse sind.

Als die älteste, auf den Grund- und Urgebirgen, den Graniten, dem Gneise, dem Glimmerschiefer gelagerte, Formation tritt die ältere Thonschiefergruppe auf, aus Schiefen, Grauwacke, dichten Kalksteinen und Dolomiten bestehend, die mit einander mehr oder weniger wechselagern. Dieser Gruppe folgt, als spätere Bildung, daher nie überlagert von der ältern Thonschiefergruppe, das Kohlengebirge. Steinkohlen, Schieferthon, grauer Sandstein und thoniger Eisenstein, sind die in gewisser Ordnung wechsellagernden Schichten desselben. Das jüngste Glied dieser, nach Werner genannten, Uebergangsgebirge ist die Kupferschieferformation. Eine in Hinsicht der Verbreitung sehr untergeordnete Gruppe, die aus dem Todtliegenden (einer Conglomerat- und Sandstein-Bildung von rother, weißer, auch grauer Farbe), dem Kupferschiefer, dem Zechstein, Dolomit, Gyps, bituminösem Kalk und der Mergelerde besteht, von welchen einige dieser Straten wiederholt auftreten.

Diesem Uebergangsgebirge, wo es nicht, wie es oft der Fall ist, in der Natur fehlt, folgt dem Alter nach das Sekundäre oder Flözgebirge Berners. Es besteht aus drei deutlich von einander getrennten Gebirgsformationen: dem von Fr. v. Alberti sogenannten Trias — dem Lias- und Jura-Gebirge — dem Kreidegebirge. Die Hauptglieder der Trias sind: der Buntsandstein, der sich vorzüglich in denjenigen Ländern findet, denen Metalle fehlen, der Muschelfalk und die Keuperformation, so daß also hier mächtige Sandsteinlager, von welchen das untere bunter Sandstein, das obere Keuper genannt wird, den Muschelfalk von beiden Seiten begrenzen. Der Keuper ist ein System von meist drei mit Sandsteinlagern abwechselnden Mergellagern. Zwischen dem Keuper und dem nächstfolgenden Quadersandstein liegt die

Lias- und Jura-Formation. Die Hauptglieder der Liasformation sind: Kalk, Schiefer- und Sandstein im Wechsel mit einander. Die verschiedenen Glieder der Jura- oder Dolithformation von ansehnlicher Mächtigkeit bestehen aus sandigen mit meist vorherrschenden kalkigen und thonigen Lagen. Das letzte und jüngste Glied der Flözgebirge bildet eine scharf abgeschlossene Gruppe von Straten, aus kalkigen, sandigen und thonigen Gesteinen bestehend, mit überwiegendem Vorkommen des Quadersandsteins und der Kreide.

Die Hauptglieder der Tertiärformation sind: der Grobkalk, der plastische Thon abwechselnd mit sandigen und mergeligen Schichten, und die Meeres- und Süßwasser-Gebilde.

Endlich schließen die Gebirgsformationen mit den Diluvial- und Alluvial-Gebilden, die nie mit einander wechsellagern. Erstere Gruppe geht der historischen Zeit unmittelbar vorher, letztere gehört ihr an. Die Hauptmasse des Diluviums besteht aus Molasse und Nagelslue, Sandstein, Süßwasserkalk, Lehm, Gerölle, Schutt und großen Blöcken. Zu den Alluvial-Gebilden, meist lockere Massen, die noch fortwährend sich bilden, gehören: der Meeres- und Süßwasserkalk, Thon, Sand, Meeres sandstein, Torf, Dammerde und Arolithen.

Durch die in den verschiedenen Perioden erfolgten Durchbrüche der plutonischen Massen, Erhebungen und Senkungen, erhielten diese einzelnen Formationen eine zum Theil ihrem Alter entsprechende, mehr oder weniger gegen den Horizont geneigte Lage.

Denken wir uns nun ein System von drei Schichten irgend einer Formation, dessen einzelne Glieder unterhalb der Oberfläche eines Sees zu Tage kämen. Die oberste wie die unterste dieser Straten, oder, wie man zu sagen pflegt, das Hangende und Liegende, seien dichtes und für das Wasser undurchdringliches Gestein. Die Zwischenstrate dagegen, gebildet aus einer zerklüfteten, porösen Felsart, Steingerölle, Kiese,

gestatte dem Ablauf des Wassers aus dem Reservoir, dem See, mehr oder weniger freien Durchgang, so ist begreiflich, daß, wenn die Straten vom See aus abfallen, in ein Thal hinabstreichen und einzelne Stellen der wasserführenden Schicht bloß liegen, sich daselbst Quellen bilden werden. Wird nun die obere Schicht, das Hangende, zwischen dem Reservoir und den Quellen bis auf die wasserführende Strate durchbrochen, so entsprudelt dieser Stelle ein künstlicher Quell, ein artesischer Brunnen.

Da nun in der Regel anzunehmen ist, daß vor Erbohrung des Brunnens schon eine Circulation in der wasserführenden Schichte durch das Hervorsprudeln des Wassers aus den natürlichen Quellen bestand, so kann ein solcher Brunnen für die theoretische Betrachtung einem Piezometer verglichen werden.

Unter einem Piezometer versteht man nämlich ein an beiden Enden offenes Rohr, welches wasserdicht und senkrecht an irgend einer durchbrochenen Stelle eines Wasserleitungsrohrs angebracht wird, um in der Höhe des in diesem Rohr aufsteigenden Wassers ein Maaß für den Widerstand zu haben, den das im Wasserleitungsrohr durchströmende Wasser gegen die Wandungen des Rohrs ausübt.

Diese Ansicht ist zu Grunde zu legen bei Erklärung der meisten artesischen Brunnen, namentlich der bei uns zu erhoffenden. Nicht Hydrometeore sind es, welche denselben speisen, sondern Wasseransammlungen von größerem Umfange, ein See, ein Fluß, ein Sumpf oder Gletscher. Das Wasser dieser artesischen Brunnen wird nie bis zum Niveau des Reservoirs hinansteigen können, da sie, wie eben gesagt, als Piezometer zu betrachten sind, nicht als umgekehrte Heber; ferner werden aber auch bei jeder Witterung und zu jeder Jahreszeit die Wassermengen in gleichen Zeiten nahezu gleich bleiben, und übrigens mit Umsicht angelegte und gut konstruirte Brunnen nicht wohl versiegen u. s. w.

Obgleich nun in allen Gebirgsformationen mit mehr oder weniger sicherem Erfolge Bohrungen der Art angestellt werden können, so ist die Vermuthung eines günstigen Erfolgs nur da gerechtfertigt, wo thonige, kalkige und sandige Massen wechsellagern, demnach am größten im Flözgebirge und hier wieder in der Keuperformation; so auch können Bohrversuche da gestattet werden, wo Diluvionen und Alluvionen eine auf dem Kreidekalk liegende wasserdichte Thonschicht überlagern. Jedenfalls nimmt die Wahrscheinlichkeit, Wasser zu erschroten, in dem Maaße ab, als man sich beiderseits vom Flözgebirge entfernt.

Aber auch das Zusammentreffen aller noch so vortheilhaften Erscheinungen giebt immer nicht mehr als bloße Wahrscheinlichkeit des Erfolges; besonders in einer Gegend, wo solche Brunnen noch nicht vorhanden sind. Es ist sogar möglich, daß man mit dem Gestänge wenige Fuß neben einer reichen wasserführenden Strate hinabfährt, ohne Wasser zu erbohren. Als irrig ergiebt sich also die Meinung, als bedürfe es blos des Hineintreibens des Bohrers und genügender Ausdauer, um überall Wasser erbohren zu müssen. Man bedenke, bis zu welcher Tiefe oft die Ausdauer und Geldmittel würden anhalten müssen. Einem für wissenschaftliche Zwecke begeisterten Staate, oder selbst einem reichen Privatmanne, könnte man solche Ausdauer wohl zumuthen, denn hier wäre der Zweck — Bereicherung der Wissenschaft — bei jeder Bohrung erreicht, und nimmt mit der Tiefe zu; auch ist die Geschichte der Bohrbrunnen nicht arm an solchen Beispielen. Wo es aber auf den Wasserstrahl abgesehen ist, wo die Industrie die Entstehung eines artesischen Brunnens erheischt, wo die für die Erbohrung bestimmten Summen sich verzinsen sollen, da möchte doch dieser hypothetische Trost nicht ausreichen, und man wird sich, bevor man die Bohrung beschließt und beginnt, der Wahrscheinlichkeit eines günstigen Erfolgs vergewissern müssen.

Große Umsicht bei der Anlage eines artesischen Brunnens wird daher immer unerläßlich bleiben. Eine genaue Kenntniß des Terrains in geognostischer Beziehung, die physische Beschaffenheit der Landesoberfläche, das Verhältniß zwischen Hügel und Flachland, das Vorkommen von Quellen, die Vertheilung und Lage der Wälder und Gewässer aller Art u. s. w., und zwar nicht bloß der nächsten Umgebung — das alles ist sorgfältig in Betracht zu ziehen, bevor man sich entschließt, die Kosten auf die Erbohrung eines artesischen Brunnens zu wagen.

Ich fand aus einer Reihe mir bekannter Versuche, daß im Allgemeinen unter den günstigsten Verhältnissen die Wahrscheinlichkeit für die Erbohrung von Wasser auf 85 bis 90 Procent steigt. Diese fast an Gewißheit grenzende Wahrscheinlichkeit, jedoch unter den eben genannten Bedingungen, erklärt sich eines Theils daraus, daß diese unterirdischen Kanäle, außer ihrer vielfachen Verzweigung, noch von ansehnlicher Ausdehnung seyn können, was daraus hervorgeht, daß oft bedeutend entfernte artesische Brunnen auf einander influiren, anderseits daraus, daß die einzelnen Straten der Glieder einer Formation häufig wechsellagern, und endlich, daß Systeme solcher für artesische Brunnen günstiger Schichten nicht selten in verschiedenen Tiefen über einander gelagert vorkommen, was ebenfalls fast bei jeder Bohrung die Erfahrung bestätigt hat.

Im Allgemeinen geben diese Brunnen ein reines, gesundes Trinkwasser, wenn anders nicht das Wasser durch metallische und salinische Schichten streicht, von welchen es alsdann einen Geschmack annimmt. Außerdem hat man das Wasser der Bohrbrunnen noch besonders in den Gewerben und Künsten in Anwendung zu bringen gesucht. Wo man sich von der Nachhaltigkeit dieser Brunnen versichert hatte, benutzte man sie zur Garten- und Wiesenbewässerung, oder als Kraft, ein Zellenrad in Bewegung zu setzen, oder man leitete das Wasser solcher artesischen Brunnen, weil es in jeder Jahreszeit gleiche Temperatur behält, auf die

Wasserräder der Mühlen, um diese im Winter vom Eise frei zu halten. Ja selbst da, wo die geognostischen Verhältnisse in der Tiefe ein reiches Salzlager hoffen ließen, senkte man den Bohrer durch die untere, das Wasser zurückhaltende, Schicht und leitete so dasselbe auf dieses Salzlager hinab, um auf diese Weise eine Salzsole zu bilden. Bekanntlich finden sich die mächtigsten Salzlager im Flözgebirge und in dessen Nähe.

Wenn nun endlich auch das Wasser erbohrt ist, so ist man doch nicht sicher, daß der Zufluß desselben von sehr langer Dauer seyn werde; denn die Erfahrung hat gelehrt, daß nicht selten — außer den periodischen Schwankungen der Wassermenge, die auch häufig beobachtet werden, auf die Nachhaltigkeit jedoch keinen Einfluß haben — eine fortgesetzte Abnahme und endlich ein gänzlichcs Versiegen eintreten kann. Wasserarmuth des Reservoirs oder Versandungen der unterirdischen Kanäle, herbeigeführt durch den Wasserstrom selbst, sind davon zuweilen die Ursache, jedoch so selten, daß sie nicht in Betracht zu ziehen sind; die am häufigsten vorkommende Ursache ist die schlechte Konstruktion des Bohrlochs und die fehlerhafte Veröhrung.

Um sich über die Nachhaltigkeit eines artesischen Brunnens zu vergewissern, sollte man nie unterlassen, die Menge des Wassers, die in einer gewissen Zeit ausströmt, genau zu bestimmen und zugleich auch das Niveau nahe gelegener gewöhnlicher Brunnen zu ermitteln. Denn, wird mit einer Abnahme der Wassermenge des artesischen Brunnens zugleich eine Zunahme des Niveaus der in der Nähe befindlichen gewöhnlichen Brunnen bemerkt, so unterliegt es keinem Zweifel, daß die Abnahme des Wassers im gebohrten Brunnen nur der schlechten Konstruktion des Bohrlochs zuzuschreiben ist; es muß mithin bei Zeiten für eine schickliche Veröhrung gesorgt werden.

Ist so die Nachhaltigkeit gesichert und soll der artesische Brunnen als Kraft benutzt werden, so ist die Bestimmung des theoretisch-dynami-

schen Effekts wesentlich, d. h. die Ausmittelung derjenigen Höhe, von welcher aus das herabstürzende Wasser mit dem Maximum der Kraftäußerung auf ein hydraulisches Rad wirkt.

Wenn in einer bestimmten Höhe $= h_a$ des Steigrohrs, von der Sohle des Brunnenschachts bis zur Mündung des Ausflusses an gerechnet, die in der Sekunde abfließende Wassermenge $= Q_a$ bestimmt ist, so giebt das Produkt beider den theoretisch-dynamischen Effekt $= K_a$ für die Höhe $= h_a$. Begreiflicher Weise wird durch Versuche sich die Höhe h_x ausmitteln lassen, die einem Maximum von K_x entspricht. Doch werden diese Versuche nur bei wenigen artesischen Brunnen angestellt werden können und zwar aus folgenden Ursachen:

- 1) Es muß zwischen zwei Versuchen immer eine geraume Zeit abgewartet werden, bis der Beharrungszustand im Abflusse des Wassers eingetreten ist. Denn, da bei Erhöhung des Steigrohrs der piezometrische Druck auf das in Bewegung befindliche Speisewasser plötzlich vermehrt wird, so ist wohl begreiflich, wie es auch die Erfahrung lehrt, daß bei der großen Entfernung, in welcher das Reservoir vom erbohrten Brunnen liegen kann, bis zum Wiedereintritt des Gleichgewichts in dem System dieser Wassermasse eine namhafte Zeit verstreichen muß.
- 2) Bei sehr ergiebigen Brunnen dürften diese Versuche, wegen des bedeutenden Kostenaufwandes, unausführbar sein.
- 3) Die Eigenthümer solcher Brunnen gestatten häufig eine Versuchsreihe der Art aus dem Grunde nicht, weil sie in der Meinung sind, daß solche Versuche das Versiegen des lang ersehnten Wassers veranlassen könnten. Eine Meinung, die jedoch nur da haltbar seyn kann, wo der Brunnen nicht mit gehöriger Sorgfalt berührt ist. Bei sonst guter Konstruktion würden solche Versuche dem Brunnen keinen Nachtheil bringen.

Sollten aus irgend einem Grunde vielfältige Versuche nicht ausführbar sein, so wird man seine Zuflucht zur Rechnung nehmen müssen, welche jedenfalls eine solche Versuchsreihe vereinfachen und als Prüfstein der Theorie unterlegten Formeln dienen kann.

Bezeichnet: **H** den Höhenunterschied zwischen dem Niveau des Reservoirs und der Sohle des Brunnenschachtes;

h_a die Höhe des Ansaßrohrs, ebenfalls von der Sohle des Brunnenschachtes bis zur Ausflußmündung;

D der Durchmesser des Ansaßrohrs;

h'_a der Widerstand, den das Wasser in den unterirdischen Kanälen zu überwinden hat;

L die Tiefe des Bohrlochs;

so wird die relative Druckhöhe

$$= H - h_a - h'_a$$

für ein Ansaßrohr $= h_a$ seyn. Wächst h_a so nimmt natürlich der piezometrische Druck zu, in Folge dessen die Geschwindigkeit des Wassers in den wasserführenden Straten abnimmt, also auch der Widerstand vermindert wird; den das Terrain und die Berührung dem fließenden Wasser entgegenstellen; daher auch h'_a als das Maasß dieses Widerstandes abnehmen muß. Da nun die Aenderungen, die h_a erleiden kann, und die entsprechenden von h'_a in Bezug auf **H** und **L**, meist nur äußerst gering sein können, so wird man, ohne merkliche Fehler in die Rechnung zu bringen, für die Anwendung setzen können:

$$- \frac{h'_b - h'_a}{h_b - h_a} = m$$

woraus folgt, daß die Aenderung, die h'_a erfährt, wenn h_a in h_b übergeht,

$$= -m (h_b - h_a)$$

ist, oder daß

$$h'_b = h'_a - m (h_b - h_a)$$

demnach ist für ein Ansaßrohr $= h_b$ die relative Druckhöhe

$$H - h_b - h_b' = (H - h_a') + (m - 1) h_b - m h_a$$

für die Berechnung von m ist zu bemerken, daß

$$\begin{aligned} - (h_b' - h_a') &= (H - h_b') - (H - h_a') \\ &= [(H - h_b' - h_b) + h_b] - [(H - h_a' - h_a) + h_a] \end{aligned}$$

und
$$H - h_b' - h_b = \frac{Q_b^2 (L + h_b)}{p^2 D^5}$$

$$H - h_a' - h_a = \frac{Q_a^2 (L + h_a)}{p^2 D^5}$$

Hier bezeichnet Q die in einer Sekunde abfließende Wassermenge nach rigischen Stößen. Die Einheit des Längenmaaßes ist der englische Fuß und

$$p = 750,74$$

Um die Höhe zu ermitteln, die dem Maximum des theoretisch-dynamischen Effekts entspricht, substituirt man in der Gleichung

$$K = Q_x h_x$$

die gleichen Werthe, also

$$K = p D^{5/2} \sqrt{\frac{[(H - h_a') + (m - 1) h_x - m h_a] h_x^2}{L + h_x}}$$

das annullirte Differential dieser Gleichung in Bezug auf h_x giebt

$$h_x dK = 0$$

oder

$$0 = (m - 1) (L + h_x) h_x + (2L + h_x) [(H - h_a') + (m - 1) h_x - m h_a]$$

oder

$$0 = h_x^2 + \frac{3(m - 1)L + (H - h_a') - m h_a}{2(m - 1)} h_x + \frac{(H - h_a') - m h_a}{m - 1} L$$

den leicht zu entwickelnden Ausdruck

$$h_x = \frac{[3(m-1)L + (H-h'_a) - mh_a]}{4(m-1)} \dots \dots \dots$$

$$\dots \dots \dots \pm \frac{\sqrt{[3(m-1)L + (H-h'_a) - mh_a]^2 - 16(m-1)[(H-h'_a) - mh_a]L}}{4(m-1)}$$

Aus der Natur der Aufgabe geht hervor, daß einer dieser Werthe von h_x , da er ein reeller und zugleich positiver ist, einem Maximum entsprechen muß. Denn die mit dem Wurzelzeichen behaftete GröÙe, da m immer ein positiver ächter Bruch ist, wird jederzeit größer sein als das erste Glied dieses Ausdrucks, es werden daher nie zwei gleichnamige Werthe von h_x bestehen können, daß aber der negative Werth der Aufgabe nicht Genüge leisten kann, ist augenfällig.

II.

Mit welcher Wahrscheinlichkeit kann nun hier in Mitau auf einen glücklichen Erfolg bei Erbohrung eines artesischen Brunnens gehofft werden? Die Beantwortung dieser Frage ist für uns von größter Wichtigkeit. *)

Kurland, mit einem Areal von 23195 Quadratverst, ist ein meist hügeliges, zum Theil mit Wald bedecktes Land. Außer den Fichten (*Pinus sylvestris* L., Blüthezeit Mai, Juni), die die größte Menge

*) Das Nähere über die bisherigen Leistungen hat schon ein sorgfältiger Bericht des Herrn Bauassessor Baron E. von Girs dargelegt in den landw. Mitth. für das kurl. Gouv. No. 8. u. 9. 1842. Auch verweise ich auf einen Aufsatz von mir, als Beilage zum Allg. kurl. Amts- und Intelligenz-Blatt 1842 den 14. April, betitelt: Der artesische Brunnen zu Mitau; auch in den landw. Mitth. für das kurl. Gouv. No. 8. 1842 abgedruckt.

an Nadelholzwald, und den Birken (*Betula alba* L., Blthz. April, Mai) die die meisten Laubwälder bilden, kommen noch Wälder von Tannen (*Abies excelsa* de Cand., Blthz. Mai, Juni) und hin und wieder von Eichen (*Quercus pedunculata* Errh., Blthz. Mai) vor. Die Vegetation überhaupt ist reich, mannichfaltig und üppig. Ein Drittel des Areals kann höchstens auf urbargemachtes Land gerechnet werden. Wälder, mitunter auch Moräste, füllen die übrigen zwei Drittel. Im Norden dieser Provinz ist Sand vorherrschend, in der Mitte Kalk, im Süden Thon. Der Boden an der litthauischen Grenze enthält viel Kohle.

Der Landseen giebt es, nach der Neumannschen Karte, 285, deren Gesamtareal an 300 Quadratwerst beträgt; von diesen gehen über 110 Quadratwerst für die Gesamtoberfläche des Angernsees, des libauischen Sees, des Papensees, des tosmarschen Sees und des Buschensees ab, die aber für jetzt noch nicht als eigentlich dem Festlande gehörig, sondern nur als durch Sandhügelwände nach und nach abgetrennte Meerestheile, anzusehen sind. Der usmaitensche, etwa von 25 Quadratwerst Oberfläche und 40 Werst vom windauschen Strande entfernte See, wäre der einzige eigentliche Landsee von Bedeutung; nächst diesem der pussensche See von 12 Quadratwerst und der Rhigasee, ebenfalls 12 Quadratwerst. Alle übrigen sind bedeutend kleiner, ja die größte Anzahl derselben könnte man eher Teiche als Seen nennen. Es vertheilen sich also 190 Quadratwerst Oberfläche auf etwa 280 kleinere Wasseransammlungen, die größtentheils südöstlich und nordwestlich von Mitau groupirt sind.

In Kurland giebt es zwei Flüsse von Bedeutung: die Windau und die Na. Sie durchschneiden diese Provinz in der Richtung fast von Süden nach Norden. Die Düna, die in derselben Richtung fließt, trennt oberhalb Witebsk, unterhalb Livland, von Kurland. Außerdem versorgen viele kleine Bäche das Land nach allen Richtungen hinreichend

mit Wasser. Man rechnet überhaupt in Kurland das Verhältniß von Wasser zu Land wie 1 zu 42.

Ein Landstrich aber, statistisch zum Theil Livland angehörig, wird unsere Betrachtung hier besonders in Anspruch nehmen müssen. Es ist die Niederung, in welcher Mitau und Riga liegen. Ein offenes Blatt der Urzeit Kurlands, erst in jüngster Zeit dem Ostseebette entstiegen, sehen wir hier, wie einerseits die Natur durch ihre mächtigen Agentien, Sturm und Wellen, anderseits die Kultur, auf wissenschaftlichem Wege, Land gleichsam erst dem mütterlichen Schooße der Erde enthoben und gebildet. Ein tieferes Studium dieses Landstrichs wird aber nicht nur dem Naturforscher das größte Interesse gewähren, sondern auch dem Forscher der vaterländischen Geschichte, Haltpunkte und Aufschlüsse darbieten, die er sonst vergebens suchen möchte; denn nicht nur der Mensch bildet sich das Land, auch das Land, und zwar mehr noch, influirt auf den Charakter der Menschen.

Den westlichen Rand dieser Niederung bildet eine Hügelreihe, die in der Gegend des Rangersees beginnt, als Fortsetzung der nordwestlichen Dünen angesehen werden kann und von Norden nach Süden, westlich von Mitau über Lievenbersen, Brandenburg, Blankenfeld, nach Litthauen hinaufzieht. Der östliche Rand, eine Hügelreihe fast parallel der westlichen, erstreckt sich von Bersemünde an der Düna über Irtrum, Bornsmünde ebenfalls bis nach Litthauen. Die Na, welche die südliche Grenze bildet und bei Bauske aus der Vereinigung der Muhs und Memel entsteht, durchschneidet die östliche Hügelreihe bei Bornsmünde, nimmt von hier bis Mitau fünf Bäche auf, die sämmtlich von Süden nach Norden fließen: die Jälig, die Schwitte, die Sessau, die Würzau und die Platon, fließt dann nordwestlich bis Mitau, nimmt hier eine nördliche, bei Schloß eine westliche Richtung und ergießt sich bei Dünamünde in die Düna. Von Schloß an führt sie den Namen Bulderaa.

Man meint starke Eisgänge hätten beim Privatgute Bullen und unweit des Fleckens Bulderaa zwei Durchbrüche, die gegenwärtig noch bestehen, veranlaßt, was ich aber in Zweifel zu ziehen sehr geneigt bin. Der wahre Abfluß der Ala ist unstreitig bei Raugern unweit Schloß gewesen, was an Ort und Stelle ohne Mühe augenfällig wird. Die von Westen nach Osten einschreitende Vegetation, wie wir sogleich sehen werden, bedingte durch Hemmung des Flugsandes der Dünen auch zugleich die östliche Richtung der Ala, oder die Entstehung der Bulderaa. Die Insel, auf welcher das Gut Bullen, so wie die, auf welcher die Festung Dinamünde liegt, scheinen nie, weder unter sich noch mit dem Festlande, einen Zusammenhang oberhalb der Wasserfläche gehabt zu haben. Den nordöstlichen Rand bildet die Düna von Brambergshof bis zu ihrem Ausflusse, den nördlichen die Dünen der Ostsee.

Diese Niederung, in der Vorzeit ein unergründlicher Sumpf, war im Norden den Stürmen wie den Meereswogen, ohne allen Schutz, ausgesetzt, tiefer hinein den Ueberschwemmungen der Düna und der Ala preisgegeben. Kein Baum, kein Strauch wurzelte in diesem Schlamm. So geschah es denn auch, daß die Stürme den Flugsand der Dünen landeinwärts trieben. Das Sandrohr (*Ammophila arenaria* Lk. und *Ammophila baltica* Lk., Blthz. Juli, Aug.) setzte anfänglich dem zu raschen Vorschreiten des Sandes, wie überhaupt der Beweglichkeit desselben, Schranken, später die von der kurischen Seite her vordringenden Weiden (*Salix pentandra*, *fragilis*, *repens* u. s. w., Blthz. April, Mai) und endlich besonders die Fichte (*Pinus sylvestris*).

Ueberblickt man den gegenwärtigen Zustand dieser Niederung, so ergiebt sich, daß der Sand der Dünen auf der kurischen Seite kaum den Angersee überschritten, dagegen in Riisland bis zum Titurgsee, ja selbst bis Dahlen hinaus sich erstreckt hat; woraus offenbar hervorgeht, daß die Vegetation von Kurland aus in Bezug auf diese Niederung

vorgeschritten sey. Hieraus erklärt sich auch die Lage und Entstehung des Babitsees. Die Grenze des durch Flugsand urbar gemachten Landes ist leicht zu verfolgen: sie beginnt bei Schloß, geht über Annenhof am Babitsee, Schwarzenhof, längs dem Titurgsee bis Dahlen und Refau.

Südlich bis zur Ekau besteht, mit wenig Unterbrechung, meist noch Sumpf, dessen nächste Unterlage ein rother Thon ist, hin und wieder auch ein bläulich grauer Alluviallehm, der diesen Thon überlagert.

Begann im Norden die Urbarmachung dieses Landstrichs die Natur durch Trockenlegung des Bodens mittels Flugsandes, so läßt in neuester Zeit die landwirthschaftliche Kultur es sich angelegen seyn, durch eine geregelte Bewirthschaftung das Land seinem Schlummer zu entreißen und es der Thätigkeit zu gewinnen. Abzugsgräben durchschneiden große Strecken dieses Sumpfs, theils die Verdunstung zu befördern, theils das Wasser in die Tiefe hinabzuleiten. Wenn auch hier bis jetzt noch keine ergiebige Erndten dem Fleiße des Landmanns entsprechen, so trägt doch die Vegetation phanerogamer Gewächse besonders viel zur Austrocknung des Sumpfes und somit zur Verbesserung des Bodens bei.

Von der Ala aus nach Süden zu erhebt sich das Land allmählig bis nach Litthauen hin, es steigt dagegen von Mitau westlich in kurzer Entfernung schon bemerkbar an. Die Schwedt, die auf der Westseite der Platon der Ala zufließt, wendet sich drei Werst von Mitau nordwestlich, ergießt sich nach einer abermaligen nordöstlichen Wendung zehn Werst unterhalb der Stadt, nachdem sie die Terpentin und Auß aufgenommen, in die Ala. Unmittelbar jedoch ist die Schwedt durch einen vom Herzog Jakob angelegten Kanal, der sich durch die Stadt zieht und diese im Verhältniß von 1 : 2 theilt, mit der Drixe verbunden.

In der Schwedt werden wir wahrscheinlich das Reservoir für unseren artesischen Brunnen finden, wenn nämlich die Tiefe desselben nicht 130 Fuß übersteigt; im entgegengesetzten Falle würde, wie ich vermuthe,

die Gegend um Doblen denselben speisen. Zu dieser Vermuthung berechnigt mich, außer den geognostischen Verhältnissen, auch ein von mir vorläufig zu einem anderen Zwecke früher schon mit meinen Schülern angestelltes Nivellement.

Die hier unternommene Bohrung, veranlaßt durch den Mangel an Trinkwasser, ergab im Allgemeinen nachstehende Schichtenfolge.

Unter dem Straßenpflaster mußte erst eine 7 Fuß mächtige Schichte Schutt entfernt werden. Die große Mächtigkeit dieser Schichte kann nicht befremden, denn noch vor 1820 war hier ein sumpfiger Teich, der in den heißen Sommertagen die Luft verpestete. Erst unter der Verwaltung Sr. Erlaucht des Marquis Paulucci entstand an derselben Stelle ein mit Granit umfaßtes Bassin, an dessen östlicher Einfassung folgende Schrift in Kupfer gegraben steht:

Munificentia
A l e x a n d r i I.
MDCCCXX.

Für gewöhnlich findet sich hier in Mitau unter dem Straßenpflaster der blaue Lehm, dessen Mächtigkeit selten 6 bis 8 Zoll übersteigt. Unter diesem Lehm liegt ein 9 bis 10 Fuß dickes Lager von Triebsand, von einer theils mehr hellgelben theils schmutzig gelben Färbung. Dieser Triebsand wird da, wo er den nun folgenden mergelartigen Thon überlagert, mergelartig und Geschiebe führend.

Die an 19 Fuß mächtige, dem Triebsand unterlagerte, Thonschicht ist ein kalkiger hellrother, plastischer Thon, der fremdartige Massen von sehr verschiedener Größe umschließt. So wurde 26 Fuß unter dem Steinpflaster ein Granitblock von 8 Zoll und in einer Tiefe von gegen 30 Fuß ein anderer von 14 Zoll durchstoßen.

Unter einem an 6 Fuß mächtigen Kalkstein liegt ein braunrother Mergel gegen 34 Fuß mächtig.

Hierauf folgen in die Tiefe hinab wechsellagernd: blauer Thon, rauchgrauer Kalkstein, mitunter auch ein weißer Glimmersand von geringer Mächtigkeit.

Bis gegen 127 Fuß ist nun die Bohrung vorgeschritten. Sie begann im April, mußte aber im Oktober unterbrochen werden, da die nun eingetretene strenge Kälte die Arbeit sehr erschwerte.

Auf 2 Quellen war man bei der Bohrung gekommen, die eine lag 39 Fuß, die andere gegen 91 Fuß tief unter dem Steinspflaster. Beide Quellen aber, da sie weder reichhaltig noch nachhaltig genug waren, mußten verlassen werden und wurden daher auch durch eine 95 Fuß lange kupferne Ausfütterungsrohre abgesperrt.

Ueerblicken wir das bis jetzt Angegebene, so sind die Umstände für die Erbohrung eines artesischen Brunnens bei uns nichts weniger als ungünstig, wie man hier zu glauben geneigt ist; im Gegentheil ist die größte Wahrscheinlichkeit eines günstigen Erfolgs sehr augenfällig.

Das Kalklager, in welches der Bohrer hineingedrungen ist, muß durchfahren werden. Es kann eine Mächtigkeit von höchstens nur 10 bis 15 Fuß noch haben, dann wird man auf ein etwa 15 bis 20 Fuß mächtiges Lager rothen Thons stoßen, wenn nicht etwa, was freilich nicht unwahrscheinlich ist, Zwischenstraten, deren Gesamttiefe an 30 Fuß betragen könnte, diesen Thon tiefer hinabverlegen. Schwefelkies, Faser-gyps, könnten nach Durchbrechung dieses Lagers zu Tage gefördert werden; dann aber möchte sich auf eine reichhaltige und nachhaltige Quelle mit vieler Sicherheit hoffen lassen. Sollten jedoch Umstände nöthigen, auch diese abzusperren, so wird man diesem Thonlager einen vorzüglichen dichten Kalkstein unterlagert finden, der reich an Krystalldrusen, dabei aber auch sehr zerklüftet erscheinen wird. Unter diesem Kalk, der eine Mächtigkeit von 8 bis 10 Fuß haben könnte, liegt wahrscheinlich ein in Quadern zerklüfteter Sandstein von dunkler Farbe mit thonigem Binde-

mittel, hier bekannt unter dem Namen „Fliesen“. In dieser Tiefe des Bohrlochs, von 200 bis 220 Fuß, läßt die Wahrscheinlichkeit eine ergiebige und reichhaltige Quelle erwarten. Tiefer hinab die Stratenfolge anzugeben, gehört für jetzt nicht unmittelbar zur Sache und wird, wie ich hoffe, gehörigen Orts später seinen Platz finden. Bis zu dieser Tiefe aber müßte wenigstens die Bohrung fortgesetzt werden.

Ich sehe mich genöthigt hier noch zu bemerken, daß dagegen die Aussicht auf einen majestätischen Springquell eben so unwahrscheinlich ist, als es wahrscheinlich ist, ein gesundes trinkbares Wasser zu erbohren. Ja, allen Bedingungen nach, gestützt auf die oben auseinandergesetzte Theorie, werden wir uns genügen müssen, wenn das Wasser nur bis zur Sohle des Brunnenschachtes steigt. Diese kurz hingeworfenen Bemerkungen sollen fortgesetzt werden, wenn die hier erwähnte mitauische Niederung vom Verfasser dieses Aufsatzes noch genauer geognostisch untersucht seyn wird.

